PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-282182
(43)Date of publication of application : 31.10.1997

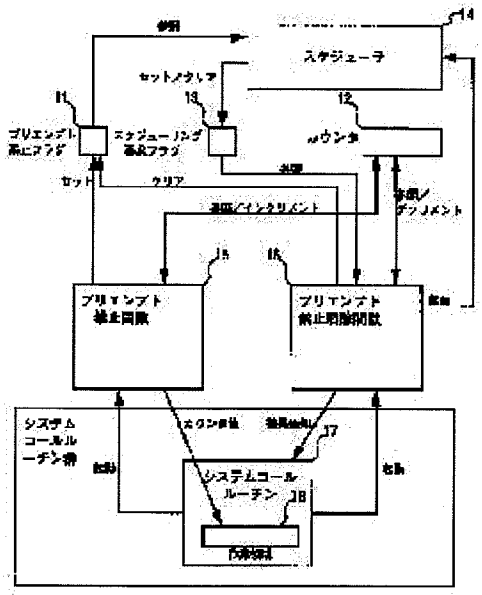
(51)Int.Cl. G06F 9/46

(21)Application number : 08-097997
(22)Date of filing : 19.04.1996

(71)Applicant : HITACHI LTD
(72)Inventor : TAKEUCHI OSAMU
IWASAKI MASAAKI
NAKAHARA MASAHIKO
NAKANO TAKAHIRO
SERIZAWA HAJIME

(54) PRE-EMPTIVE CONTROL METHOD FOR COMPUTER SYSTEM

(57)Abstract:
PROBLEM TO BE SOLVED: To improve efficiency for developing an operating system by enabling the nest control of pre-emptive by inhibiting the interruption of a task under execution when the value of a counter is positive and enabling the interruption of the task under execution correspondently when the value of the counter becomes '0'.
SOLUTION: Concerning a computer system for parallelly executing plural tasks, when a function for requesting the inhibition of execution stop for the task under execution is issued from an application or a system call routine, a counter 12 showing the possibility/impossibility of execution stop for the task under execution is incremented. When the value of the counter 12 is positive, a real scheduling operation is delayed until the inhibition of execution stop for the task under execution is canceled. Further, when the value of the counter 12 is '0' and a scheduling request to the other task is generated, the scheduling operation is immediately performed. Through such control, the nest control of pre-emptive is enabled.



(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)公開特許公報（Ａ）　(11)特許出願公開番号

特開平9－282182

(43)公開日　平成９年(1997)10月31日

(51)Int.Cl.[6]	識別記号	庁内整理番号	Ｆ Ｉ		技術表示箇所
Ｇ０６Ｆ　9/46	３４０		Ｇ０６Ｆ　9/46	３４０Ｂ	

審査請求　未請求　請求項の数３　ＯＬ　（全 ６ 頁）

(21)出願番号　特願平8－97997

(22)出願日　平成８年(1996)４月19日

(71)出願人　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目６番地

(72)発明者　竹内　理
神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地　株式会社日立製作所システム開発研究所内

(72)発明者　岩嵜　正明
神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地　株式会社日立製作所システム開発研究所内

(72)発明者　中原　雅彦
神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地　株式会社日立製作所システム開発研究所内

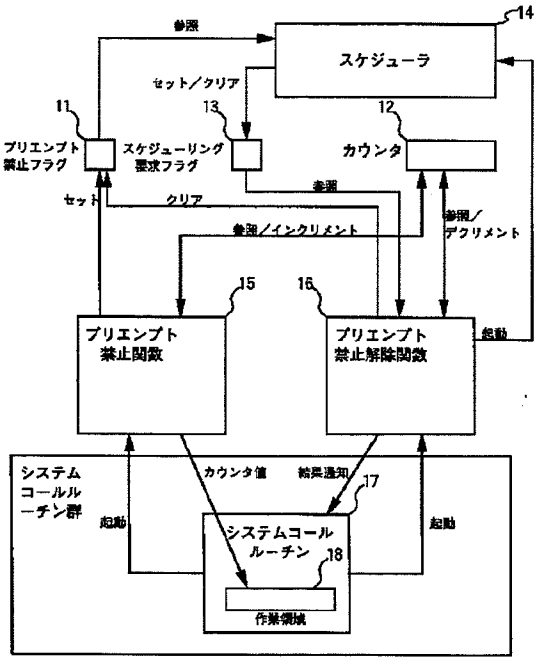
(74)代理人　弁理士　小川　勝男

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　計算機システムにおけるプリエンプト制御方法

(57)【要約】
【課題】プリエンプトのネスト制御を可能とし、オペレーティング・システム開発の効率を向上させる。
【解決手段】カウンタを設け、プリエンプト禁止要求があったとき該カウンタ値をインクリメントし、プリエンプト禁止解除の要求があったときに該カウンタ値をデクリメントする。そして、該カウンタ値が０であったならシステムをプリエンプト可能状態にする。一方、カウンタ値が正ならば、プリエンプト禁止状態とする。

図１



1

【特許請求の範囲】
【請求項1】複数のタスクを並列に実行する計算機システムにおけるプリエンプト制御方法であって、
実行中タスクの中断禁止を要求する関数を、当該タスクに対応するアプリケーションあるいは当該タスクの実行に係わるオペレーティング・システム内部のルーチンが発行したことに応じて、実行中タスクの中断禁止のネストの数を示すカウンタをインクリメントし、
実行中タスクの中断禁止の解除を要求する関数を、当該タスクに対応するアプリケーションあるいは当該タスクの実行に係わるオペレーティング・システム内部のルーチンが発行したことに応じて、上記カウンタをデクリメントし、
前記カウンタの値が正のとき、実行中タスクの中断を禁止し、
前記カウンタの値が0になったことに応じて、実行中のタスクを中断可能とすることを特徴とする計算機システムにおけるプリエンプト制御方法。
【請求項2】請求項1に記載の計算機システムにおけるプリエンプト制御方法であって、
タスクのスケジューリング要求が発生したことに応じて、前記カウンタの値を判定し、
上記カウンタの値が正ならば、スケジューリング動作を実行中タスクが中断可能となるまで遅延させ、
上記カウンタの値が0ならば、即時にスケジューリング動作を行なうことを特徴とする計算機システムにおけるプリエンプト制御方法。
【請求項3】請求項1あるいは2に記載の計算機システムにおけるプリエンプト制御方法であって、
実行中タスクの中断禁止を要求する関数のリターン情報として、上記カウンタの更新後の値を返し、
実行中タスクの中断禁止の解除を要求する関数の引数に、実行中タスクの中断禁止のネストの数を指定し、
上記引数と上記カウンタの値が一致しなかったことに応じて、該実行中タスクに対応し中断禁止の解除を要求する関数を発行したアプリケーションあるいは当該タスクの実行に係わるオペレーティング・システム内部のルーチンにエラーを通知することを特徴とする計算機システムにおけるプリエンプト制御方法。
【発明の詳細な説明】
【0001】
【発明の属する技術分野】本発明は計算機システムにおけるプリエンプト制御方法に係り、特にマルチタスク環境を提供するオペレーティング・システムに好適な計算機システムにおけるプリエンプト制御方法に関する。
【0002】
【従来の技術】オペレーティング・システムは、その機能をアプリケーション・プログラム（以後、単にアプリケーションと呼ぶ）に提供するために、アプリケーションとの間にシステム・コールと呼ぶインタフェースを設

2

けている。アプリケーションがシステム・コールを発行すると、オペレーティング・システム内部のルーチン（システムコール・ルーチン）が起動される。ところで、アプリケーションばかりでなくシステムコール・ルーチンを実行中でも、実行中のタスクに割り当てられたＣＰＵ時間が使いきられるなどの理由により、タスクの実行が中断され、一定時間間隔にＣＰＵが駆動するルーチンなどから他タスクのスケジューリング要求が発行される可能性がある。このようにタスクの実行が一時的に中断されたとき、実行中のタスクは「プリエンプト」されたと言う。
【0003】アプリケーション又はシステムコール・ルーチンは、危険区域と呼ばれるコード部分を持ち、あるタスクが危険区域内を走行中は、他のいかなるタスクもその危険区域内を走行することは許されない。（ピーターソン／シルバーシャッツ共著、宇津宮孝一／福田晃共訳、「オペレーティングシステムの概念」上巻、培風館、３１４ページ１６行目～３１９ページ３１行目、１９８７年）。実行中タスクが危険区域を走行中に他タスクのスケジューリング要求が発行された場合、即時に他タスクをスケジューリングしてしまうと、危険区域内を走行中のタスクが存在するにも関わらず、新たにスケジューリングされたタスクがその危険区域を走行する可能性がある。
【0004】従来、危険区域を走行するタスクの上限数を1に制限する手法として、「プリエンプト制御」による手法が知られている。例えばμＩＴＲＯＮ３．０では、プリエンプト制御を行なうため、以下のインタフェースを提供している。（坂村健監修、「μＩＴＲＯＮ３．０標準ハンドブック」、パーソナルメディア、７４ページ～７７ページ、１９９３年）
（１）ｄｉｓ＿ｄｓｐ：実行中タスクをプリエンプト禁止状態（後述）に遷移させる。
【0005】（２）ｅｎａ＿ｄｓｐ：実行中タスクをプリエンプト可能状態（後述）に遷移させる。
【0006】アプリケーション又はシステムコール・ルーチンがｄｉｓ＿ｄｓｐ関数を発行すると、次にｅｎａ＿ｄｓｐ関数を発行するまで、実行中タスクは「プリエンプト禁止状態」、即ち、他タスクのスケジューリング要求が発行されても、実行中タスクはプリエンプトされない状態に遷移する。ｄｉｓ＿ｄｓｐ関数とｅｎａ＿ｄｓｐ関数は必ず対になって呼び出される。
【0007】また、アプリケーション又はシステムコール・ルーチンがｅｎａ＿ｄｓｐ関数を発行すると、実行中タスクは「プリエンプト可能状態」、すなわち、他タスクのスケジューリング要求が発行されれば、即時に実行中のタスクがプリエンプトされる状態に復帰する。また、実行中タスクがプリエンプト禁止状態にある間に発行された他タスクのスケジューリング要求が存在する場合には、このｅｎａ＿ｄｓｐ関数が発行された時点で他

タスクがスケジューリングされる。

【０００８】「プリエンプト制御」とは、実行中タスクのプリエンプト状態（「プリエンプト禁止状態」と「プリエンプト可能状態」の総称）を遷移させることを言う。

【０００９】そして、プリエンプト制御により危険区域を走行するタスクの上限数を制限するには、危険区域に入る直前に実行中タスクをプリエンプト禁止状態に遷移させ、かつ、危険区域から抜けた直後にプリエンプト可能状態に復帰させれば良い。

【００１０】このようにすると、タスクが危険区域内を走行中はプリエンプト禁止状態に置かれる。よって、あるタスクが危険区域走行中に他タスクがスケジューリングされ、かつそのスケジューリングされたタスクが危険区域内に侵入してくることはありえない。

【００１１】

【発明が解決しようとする課題】プリエンプト制御を用いて危険区域を走行するタスクの上限数を制限するため、システムコール・ルーチンにはプリエンプト制御の関数が埋め込まれる。従って、実行中タスクをプリエンプト可能状態に遷移させる関数（ｅｎａ＿ｄｓｐ関数）も、システムコール・ルーチンに埋め込まれる。

【００１２】いま、実行中タスクがプリエンプト禁止状態にあるときにシステムコール・ルーチンの危険区域内から、他のシステムコール・ルーチンを呼び出す場合を考える。呼び出されるシステムコール・ルーチンでは、実行中タスクをプリエンプト可能状態に遷移させる関数が使用されているとする。

【００１３】この場合、このシステムコール・ルーチン呼び出し前に、実行中のタスクをプリエンプト禁止状態に遷移させたにもかかわらず、呼び出したシステムコール・ルーチン中で、実行中タスクをプリエンプト可能状態に遷移させる関数が発行されるため、実行中タスクはプリエンプト可能状態に戻ってしまう。すなわち、危険区域内にも関わらず実行中タスクはプリエンプト可能状態になり、プログラムが誤動作する。

【００１４】そのため、危険区域内から他のシステムコール・ルーチンを呼び出す場合には、呼び出すシステムコール・ルーチンからプリエンプト制御の関数を除いたルーチンを別に用意し、そのルーチンを呼び出す必要があり、オペレーティング・システムの開発効率が低下するという問題があった。

【００１５】実行中タスクをプリエンプト可能状態に遷移させる関数を使用するライブラリ・ルーチン（複数のシステムコール・ルーチンから使用される共用のルーチン）を危険区域内から呼び出す場合にも同様の問題が発生し、やはりオペレーティング・システムの開発効率が低下する。

【００１６】危険区域内からでも、実行中タスクをプリエンプト可能状態に遷移させる関数を使用するシステムコール・ルーチンやライブラリ・ルーチン（以後、これら二つをまとめてシステムコール・ルーチンと呼ぶことにする）を呼び出し可能とするためには、プリエンプト状態を遷移させる関数の対をネスト可能なプリエンプト制御方法が必要となる。

【００１７】本発明の目的は、ネスト可能なプリエンプト制御方法を提供することにある。

【００１８】

【課題を解決するための手段】本発明では、複数のタスクを並列に実行する計算機システムにおいて、実行中タスクの実行中断の禁止を要求する関数が、アプリケーション又はシステムコール・ルーチンから発行されたときに、実行中タスクの実行中断の可否を示すカウンタをインクリメントする。また、実行中タスクの実行中断の禁止解除を要求する関数が、アプリケーション又はシステムコール・ルーチンから発行されたときに、上記カウンタをデクリメントする。そして、上記カウンタの値が正であるならば、他タスクへのスケジューリング要求が発生しても、実際のスケジューリング動作を実行中タスクの実行中断の禁止が解除されるまで遅延させる。さらに、上記カウンタの値が０であるならば、他タスクへのスケジューリング要求が発生したら、即時にスケジューリング動作を行なう。

【００１９】以上の制御により、プリエンプトのネスト制御が可能となる。

【００２０】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、図を用いて詳細に説明する。

【００２１】図１は、本発明を実現するのに必要なモジュール群、及びデータの概要図である。

【００２２】図１において、１１はプリエンプト禁止フラグを示す。オペレーティング・システムは、プリエンプト禁止フラグ１１のＯＮ／ＯＦＦによってスケジューラ１４の動作を変え、プリエンプト状態を遷移させる。該フラグをＯＮにすると、実行中タスクのプリエンプト状態はプリエンプト禁止状態になり、ＯＦＦにするとプリエンプト可能状態になる。

【００２３】スケジューラ１４のフローチャートを図４に示す。

【００２４】スケジューラ１４は、まず、ステップ４１において、プリエンプト禁止フラグ１１を検査する。プリエンプト禁止フラグ１１がＯＮであれば、実行中タスクはプリエンプト禁止状態にあることを示す。従って、スケジューラ１４は、ステップ４２において、スケジューリング要求フラグ１３をＯＮにしたら即時にスケジューラを呼び出したルーチン（例えばシステムコール・ルーチン１７）にリターンする。

【００２５】ステップ４１において、プリエンプト禁止フラグ１１がＯＦＦであれば、実行中タスクはプリエンプト可能状態にある。従ってスケジューラは、ステップ

４３において通常のスケジューリング動作を行ないスケジューラを呼び出したルーチンにリターンする。

【００２６】カウンタ１２は本発明に従って組み込まれたプリエンプト禁止要求の受理回数を保持するカウンタである。システムコール・ルーチン１７から発行されるプリエンプト禁止要求はプリエンプト禁止関数１５で処理されるが、その中で、該カウンタ１２のインクリメントも行なう。一方、プリエンプト禁止の解除要求はプリエンプト禁止解除関数１６において処理され、この中で、該カウンタ１２のデクリメントを行なう。これについては、後ほど詳述する。

【００２７】カウンタ１２の値が正である場合には、プリエンプト禁止関数１５発行回数が、プリエンプト禁止解除関数１６の発行回数より上回っていることを示すため、実行中のタスクはプリエンプト禁止状態になければならない。同様に、カウンタ１２の値が０である場合には、実行中のタスクはプリエンプト可能状態になければならない。従って、カウンタ１２の値が正の場合にはプリエンプト禁止フラグ１１がＯＮとなるように、またカウンタの値が０である場合には、プリエンプト禁止フラグ１１がＯＦＦとなるように、プリエンプト禁止関数１５及びプリエンプト禁止解除関数１６を実現する。これについても後ほど詳述する。

【００２８】システムコール・ルーチン１７は、危険区域実現のため、実行中タスクのプリエンプト状態をプリエンプト禁止状態、又はプリエンプト可能状態に遷移させる必要がある。その場合、以下のインタフェースを用いて、プリエンプト禁止関数１５、プリエンプト禁止解除関数１６を呼び出す。

【００２９】<関数名>
ｐｒｅｅｍｐｔ＿ｄｉｓａｂｌｅ（＊ｌｅｖｅｌ）
<引数>
＊ｌｅｖｅｌ：本関数と関数ｐｒｅｅｍｐｔ＿ｅｎａｂｌｅで形成される対のネストの深さを受け取るアドレスを指定する。

【００３０】<説明>本関数は実行中タスクをプリエンプト禁止状態に遷移させる。本関数を発行しプリエンプト禁止状態に遷移してから、関数ｐｒｅｅｍｐｔ＿ｅｎａｂｌｅを発行してプリエンプト可能状態に復帰するまでの区間で、本関数と関数ｐｒｅｅｍｐｔ＿ｅｎａｂｌｅを対にして発行しても良い。すなわち、本関数と関数ｐｒｅｅｍｐｔ＿ｅｎａｂｌｅの対はネスト可能である。ネストの内側で発行される本関数と関数ｐｒｅｅｍｐｔ＿ｅｎａｂｌｅは、プリエンプト禁止状態とプリエンプト可能状態との間の状態遷移は行なわない。＊ｌｅｖｅｌで示されるメモリ領域には、このネストの深さが返る。

【００３１】<関数名>
ｐｒｅｅｍｐｔ＿ｅｎａｂｌｅ（ｌｅｖｅｌ）
<引数>
ｌｅｖｅｌ：本関数と対となる関数ｐｒｅｅｍｐｔ＿ｄｉｓａｂｌｅが返したネスト・レベルを指定する。

【００３２】<説明>本関数は実行中タスクをプリエンプト可能状態に復帰させる。関数ｐｒｅｅｍｐｔ＿ｄｉｓａｂｌｅを発行しプリエンプト禁止状態に遷移してから、本関数を発行してプリエンプト可能状態に復帰するまでの区間で、関数ｐｒｅｅｍｐｔ＿ｄｉｓａｂｌｅと本関数を対にして発行しても良い。すなわち、関数ｐｒｅｅｍｐｔ＿ｄｉｓａｂｌｅと本関数の対はネスト可能である。ネストの内側で発行される関数ｐｒｅｅｍｐｔ＿ｄｉｓａｂｌｅと本関数は、プリエンプト禁止状態とプリエンプト可能状態との間の状態遷移は行なわない。ｌｅｖｅｌには、このネストの深さ、すなわち対となる関数ｐｒｅｅｍｐｔ＿ｄｉｓａｂｌｅの発行により得られたｌｅｖｅｌの値を指定する。カーネルもこのネストの深さを保持しており、引数で指定されたネストの深さと一致しない場合には、システムコール・ルーチン１７にエラーを通知する。

【００３３】システムコール・ルーチン１７がプリエンプト制御関数を使用する場合には、まずプリエンプト禁止関数１５（ｐｒｅｅｍｐｔ＿ｄｉｓａｂｌｅ関数）を呼び出した際に、同関数により返される現在のネストの深さを、自関数の作業領域１８に格納する。そして、プリエンプト禁止解除関数１６（ｐｒｅｅｍｐｔ＿ｅｎａｂｌｅ関数）を呼び出す際に、その作業領域１８に格納されている値を、同関数の引数として指定する。プリエンプト禁止解除関数１６では、この引数の値とカウンタ１２の値を比較し、両者が一致しない場合にシステムコール・ルーチン１７にエラーを通知するため、ｐｒｅｅｍｐｔ＿ｅｎａｂｌｅ関数と対となるべきｐｒｅｅｍｐｔ＿ｄｉｓａｂｌｅ関数が存在しないというプログラムミスを、容易に検出可能になる。

【００３４】ｐｒｅｅｍｐｔ＿ｄｉｓａｂｌｅ関数の処理手順を図２を用いて説明し、ｐｒｅｅｍｐｔ＿ｅｎａｂｌｅ関数の処理手順を図３を用いて説明する。

【００３５】ｐｒｅｅｍｐｔ＿ｄｉｓａｂｌｅ関数では、まず、ステップ２１において、カウンタ１２の値をインクリメントする。そして、ステップ２２において、インクリメント後のカウンタ１２の値を、第１引数で与えられたアドレスに複写する。そして、ステップ２３において、プリエンプト禁止フラグ１１をＯＮにしてリターンする。

【００３６】ｐｒｅｅｍｐｔ＿ｅｎａｂｌｅ関数では、まず、ステップ３１において、カウンタ１２を参照し、第１引数の値と比較する。その結果、一致していれば、ステップ３２においてカウンタ１２の値をデクリメントする。一致していなければシステムコール・ルーチン１７にエラーを通知する。次に、ステップ３３で、デクリメント後のカウンタ１２の値を検査する。この時、カウンタ１２の値が０でなければ、正常終了する。また、０

であれば、ステップ３４においてプリエンプト禁止フラグをＯＦＦにする。さらに、ステップ３５において、スケジューリング要求フラグ１３を検査し、これがＯＮであれば、ステップ３６においてスケジューリング要求フラグ１３をＯＦＦにした後、ステップ３７でスケジューラを起動し、正常終了する。ステップ３５において、スケジューリング要求フラグ１３がＯＦＦであれば、ステップ３６～３７は行なわない。

【００３７】上記のような、ｐｒｅｅｍｐｔ＿ｄｉｓａｂｌｅ、ｐｒｅｅｍｐｔ＿ｅｎａｂｌｅ関数を用いれば、両関数の対が複数ネストした場合でも、発行したｐｒｅｅｍｐｔ＿ｄｉｓａｂｌｅ関数と同じ回数だけｐｒｅｅｍｐｔ＿ｅｎａｂｌｅ関数を発行しない限り、実行中タスクはプリエンプト可能状態に復帰しない。従って、危険区域内から（実行中タスクがプリエンプト禁止状態にある場合）でも、実行中タスクをプリエンプト可能状態に遷移させる関数を使用するシステムコール・ルーチンを呼び出し可能になる。

【００３８】

【発明の効果】以上述べた如く、本発明によれば、プリエンプトの禁止要求とプリエンプトの禁止解除要求の対をネストして発行できる。そして、発行したプリエンプト禁止関数と同じ回数だけプリエンプト禁止解除関数を発行しない限り、実行中タスクはプリエンプト可能状態に復帰しない。そのため、実行中タスクがプリエンプト禁止状態にある場合でも、実行中タスクをプリエンプト可能状態に遷移させる関数を使用するシステムコール・ルーチンを呼び出し可能になり、オペレーティング・システムの開発効率が向上する。

【００３９】また、プリエンプトの禁止要求とプリエンプトの禁止解除要求が正しく対になっていなくても、プリエンプト禁止解除関数のエラーリターンによりそのことが検出可能になっているため、オペレーティング・システムの信頼性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明を適用したシステムの概要図

【図２】プリエンプト禁止を行う処理のフローチャート

【図３】プリエンプト禁止を解除する処理のフローチャート

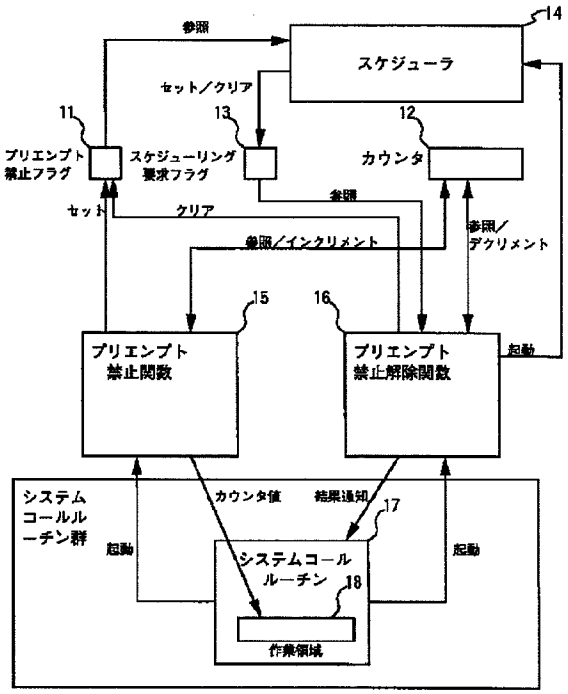
【図４】スケジューラのフローチャート

【符号の説明】

１１：プリエンプト禁止フラグ、１２：カウンタ、１３：スケジューリング要求フラグ

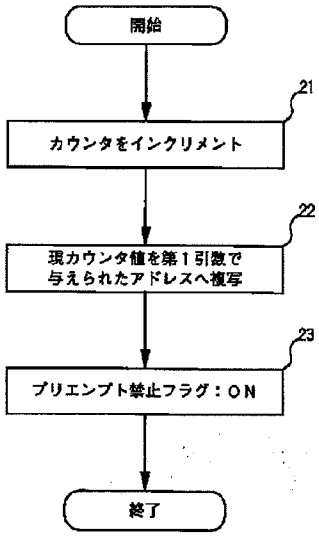
【図１】

図1



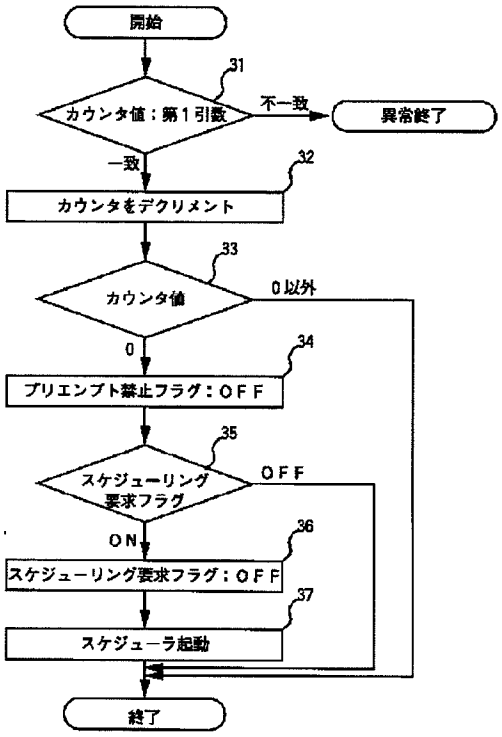
【図２】

図2



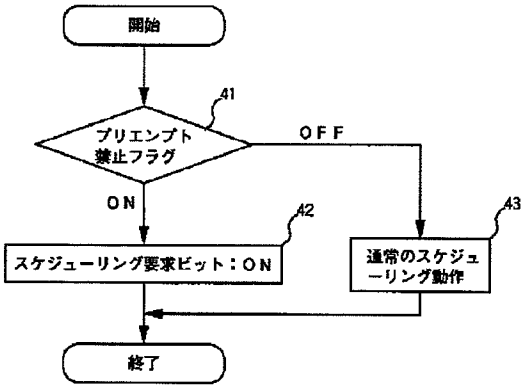
【図３】

図３



【図４】

図４



フロントページの続き

(72)発明者　中野　隆裕
神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地　株式会社日立製作所システム開発研究所内

(72)発明者　芹沢　一
神奈川県川崎市麻生区王禅寺1099番地　株式会社日立製作所システム開発研究所内